

# <逐次近似画像再構成の基礎 目次>

<b>第 1 章</b>	<b>繰り返しを利用した画像再構成</b> .....	<b>3</b>
第 1 節	繰り返しを利用した方法 .....	3
第 2 節	投影と逆投影 .....	5
第 3 節	代数的逐次近似法 .....	8
プログラム	.....	14
	P1-1 ART.c (加算型)	
<b>第 2 章</b>	<b>ML-EM 法と OS-EM 法</b> .....	<b>21</b>
第 1 節	逆投影と係数行列 .....	21
第 2 節	ML-EM 法 .....	24
第 3 節	OS-EM 法 .....	27
プログラム	.....	31
	P2-1 ML-EM.c	
<b>第 3 章</b>	<b>最小二乗法を利用した画像再構成</b> .....	<b>37</b>
第 1 節	画像と投影のベクトル表記 .....	37
第 2 節	最小二乗法と特異値分解 .....	39
第 3 節	画像再構成への応用 .....	41
<b>第 4 章</b>	<b>Display による逐次近似画像再構成の実習</b> .....	<b>47</b>
第 1 節	ART 法 (加算型) .....	47
第 2 節	ART 法 (乗算型) .....	49
第 3 節	SIRT 法 (加算型) .....	51
第 4 節	SIRT 法 (乗算型) .....	52
第 5 節	ML-EM 法 .....	53
第 6 節	係数行列の作成 .....	55

## 第5章 勾配法による関数の最適化 .....59

第1節	勾配法	59
第2節	一定係数の勾配法	60
第3節	共役勾配法	62

## 第6章 勾配法による画像再構成 .....67

第1節	線形方程式による原画像, 係数行列, 投影の関係	67
第2節	一般逆行列	70
第3節	フィルタ補正逆投影法と最小二乗法の関係	71
第4節	勾配法による最小二乗法の解法	74
	(1) 勾配法	75
	(2) 最急降下法	78
	(3) 共役勾配法	79
	(4) 勾配法による関数の最適化と画像再構成	83
	(5) 正則化付き最適化	85
プログラム		95
	P6-6 cgm_recon.c : 共役勾配法	

## 第7章 逐次近似画像再構成法の計算過程 ..... 101

第1節	ベクトルの正射影と直交化	101
第2節	ART法 (加算型)	104
第3節	ART法 (乗算型)	109
第4節	SIRT法	111
第5節	勾配法	115
第6節	最急降下法	117
第7節	共役勾配法	119
第8節	放射型 CT_ML-EM法	121
第9節	透過型 CT_ML法	125
第10節	Convex法	128
プログラム		131
	2×2画素の画像に限定した画像再構成 / P7-1 ART.c : 加算型 / P7-2 ART_m.c : 乗算型 / P7-3 SIRT.c : 加算型 / P7-4 Gradient.c : 勾配法 / P7-5 Steep descent.c : 最急降下法 / P7-6 Conjugate.c : 共役勾配法 / P7-7 ML-EM.c : 放射型 CT_ML-EM法 / P7-8 Trans-ML.c : 透過型 CT_ML法 / P7-9 Convex.c : 透過型 CT_Convex法	

## 第 8 章 回転処理を用いた代数的画像再構成 ..... 143

第 1 節	回転処理を用いた順投影および逆投影	143
第 2 節	回転処理を用いた SIRT 法	145
第 3 節	初期値の設定と規格化	147
第 4 節	回転処理を用いた ART 法	148
プログラム		153
	P8-1 SIRT_rotate.c (加算型, 乗算型)	

## 第 9 章 係数行列のプログラム化 ..... 159

第 1 節	係数行列の成り立ち	159
第 2 節	係数行列を用いた順投影と逆投影	161
第 3 節	係数行列の定式化	163
第 4 節	係数行列のプログラム化	169
プログラム		175
	P9-1 SIRT_Cij.c (係数行列)	

## 第 10 章 統計的画像再構成法 ..... 179

第 1 節	EM アルゴリズム	179
第 2 節	統計的方法と最尤推定	183
第 3 節	放射型 CT_ML-EM 法	186
第 4 節	MAP-EM 法	189
第 5 節	透過型 CT_ML-EM 法	191
第 6 節	透過型 CT_ML 法	198
第 7 節	Convex 法	200

## 第 11 章 統計的画像再構成の基礎事項 ..... 209

第 1 節	期待値	209
第 2 節	条件付き確率とベイズの定理	210
第 3 節	ベルヌーイの試行と 2 項分布	212
第 4 節	ポアソン分布	214
第 5 節	最尤法	215
第 6 節	多項分布	217
第 7 節	確率変数 $X_1$ と $X_2$ の和の確率分布	219
第 8 節	ポアソン分布の再生性	220

第 9 節 完全データと不完全データ .....	220
第 10 節 完全データの条件付き期待値 .....	224
第 11 節 検出器の統計的性質 .....	225

引用・参考文献・228

索引・233

著者略歴・236

## <プログラムリスト>

以下のプログラムは、全て医療科学社のホームページ (<http://www.iryokagaku.co.jp/>) からダウンロードできます。

### 第 1 章 繰り返しを利用した画像再構成

P1-1 ART.c (加算型) / P1-2 ART.c (乗算型) / P1-3 SIRT.c (加算型)  
/ P1-4 SIRT.c (乗算型)

### 第 2 章 ML-EM 法と OS-EM 法

P2-1 ML-EM.c / P2-2 OS-EM.c

### 第 4 章 Display による逐次近似画像再構成の実習

P4-1 mkcij.c 係数行列画像の作成

### 第 6 章 勾配法による画像再構成

#### 1) 本文の連立方程式を解くプログラム

P6-1 gm.c : 勾配法 / P6-2 sdm.c : 最急降下法 / P6-3 cgm.c : 共役勾配法

#### 2) 256×256 画素の画像に対応する画像再構成

P6-4 gm\_recon.c : 勾配法 / P6-5 sdm\_recon.c : 最急降下法 / P6-6 cgm\_recon.c : 共役勾配法

### 第 7 章 逐次近似画像再構成の計算過程

#### 2×2 画素の画像に限定した画像再構成

P7-1 ART.c : 加算型 / P7-2 ART\_m.c : 乗算型 / P7-3 SIRT.c : 加算型 /  
P7-4 Gradient.c : 勾配法 / P7-5 Steep descent.c : 最急降下法 / P7-6  
Conjugate.c : 共役勾配法 / P7-7 ML-EM.c : 放射型 CT\_ML-EM 法 / P7-8  
Trans-ML.c : 透過型 CT\_ML 法 / P7-9 Convex.c : 透過型 CT\_Convex 法

### 第 8 章 回転処理を用いた代数的逐次近似画像再構成

P8-1 SIRT\_rotate.c (加算型, 乗算型) / P8-2 ART\_rotate.c (加算型, 乗算型)

### 第 9 章 係数行列のプログラム化

P9-1 SIRT\_Cij.c (係数行列) / P9-2 SIRT\_bp.c (順投影は回転処理, 逆投影は FBP 型) / P9-3 ART\_Cij.c (係数行列) / P9-4 ART\_bp (順投影は回転処理, 逆投影は FBP 型)

### 第 10 章 統計的画像再構成法

P10-1 Multinomial.c (ML-EM 法による多項分布の母数推定)